

ΠΜΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΓΗΡΑΝΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΑΣ

Εισηγητής: Δρ. Βασίλης Μαμαλούκας-Φραγκούλης

Ωκεανογράφος

Τεχνική Προστασίας Περιβάλλοντος Α.Ε. - BM Consultants

Επισκόπηση

Είδη πετρελαίου
και ιδιότητες

Διεργασίες
πετρελαιοκηλίδας

Αλληλεπίδραση
διεργασιών

Συνέπειες
διεργασιών στις
εργασίες
αντιμετώπισης

Είδη πετρελαίου

API < 10°

10° < API < 22,3°

22,3° < API < 31,1°

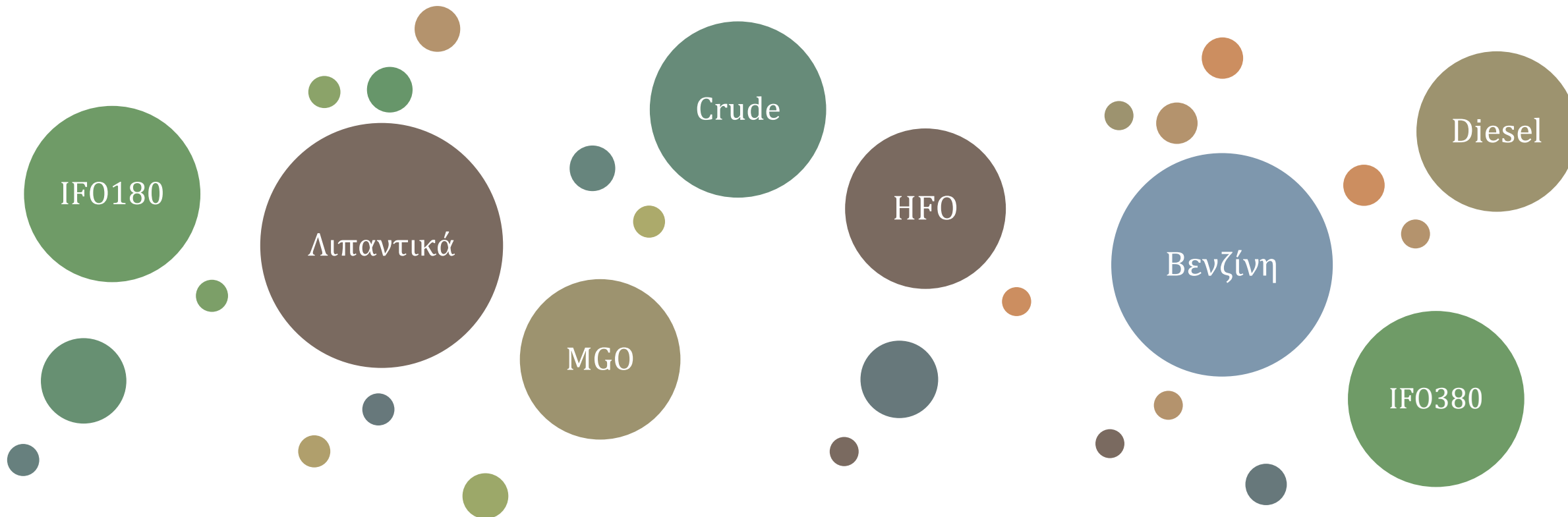
31,1° < API

Extra heavy

Heavy

Medium

Light



Ιδιότητες πετρελαίου - Πληροφορίες

Ειδικό βάρος (σχετική πυκνότητα)

- Ικανότητα πετρελαίου να επιπλέει (όσο μεγαλώνει, μειώνεται η ικανότητα)

Πτητικότητα

- Τάση πετρελαίου για εξάτμιση και παραμονή στο περιβάλλον

Σημείο ροής

- Θερμοκρασία κάτω από την οποία το υγρό σταματάει να ρέει (χρήσιμο σε ψυχρό περιβάλλον)

Ιξώδες

- Αντίσταση στη ροή (όσο μεγαλύτερο το ιξώδες τόσο μεγαλύτερη η αντίσταση)

Ασφαλτένια

- Τάση πετρελαίου για δημιουργία γαλακτωμάτων

Διεπιφανειακή τάση

- Τάσεις μεταξύ μορίων πετρελαίου/νερού (όσο μικρότερη τόσο πιο εύκολα εξαπλώνεται)

Ιδιότητες ανά τύπο πετρελαίου

Πληροφορίες πίνακα:

- Μετρήσεις στους 15°C
- Seawater density: 1,03g/cm³
- Flash point < 60°C εύφλεκτο
- Dispersant: Corexit 9500

	Βενζίνη	Κηροζίνη	Diesel	Λιπαντικά	IFO 180	IFO 380	Light crude	Heavy crude	HFO	Bunker C
Πυκνότητα g/ml	0,75	0,7143	0,83	0,8945	0,967	0,9787	0,8314	0,9849	0,9888	0,983
Ιξώδες cP	0,6	1	2	452	2.324	8.200	5	12.610	22.800	45,030
Σημείο ανάφλεξης °C	- 30	< 1	40	224	91	90	- 18	> 90	111	98
Σημείο ροής °C	-	< -75	- 36	- 39	- 10	6	- 44	2	- 1	15
Ασφαλτένια %	0	0	0	0	10	10	1	3	13	7
% βρασμού στους 180/400 °C	95/100	85,4/ 86,5	21/ 100	-	1/39	1/28	25/66	1/39	0,6/33,5	1/20
Διεπιφανειακή τάση mN/m	18,6	24	34,5	24,2	30,7	35,5	23,3	20	-	-
Διασκορπισμός %	-	-	70	40	76	65	47	4	9	7
Γαλακτώματα*	1	1	2	1	2-5	2-5	2-4	5	5	5

*Κλίμακα (1: δεν δημιουργούνται, 2:ασταθή, 3:ημισταθερά, 4: σταθερά, 5: πολύ σταθερά)

Εμμένοντα και μη πετρελαιοειδή

Ορισμός ΙΟΡC:

Μη εμμένοντα πετρελαιοειδή θεωρούνται αυτά που τη στιγμή της φόρτωσης αποτελούνται από κλάσματα υδρογονανθράκων τα οποία αποστάζουν:

- Το 50% τουλάχιστον του όγκου τους σε θερμοκρασία 340°C (645°F) και
- Το 95% τουλάχιστον του όγκου τους σε θερμοκρασία 370°C (700°F)

Εμμένοντα και μη πετρελαιοειδή

source: US EPA

Εμμένοντα → Μη εμμένοντα	
	Βενζίνη
	Κηροζίνη
	Diesel
	No.2 Fuel oil (Marine gas oil)
	Λιπαντικά λάδια
	IFO 180
	IFO 380
	Ελαφρύ αργό πετρέλαιο
	No.6 Fuel oil (Heavy fuel oil, Bunker C)
	Μεσαίο αργό πετρέλαιο
	Βαρύ αργό πετρέλαιο

Εμμένον



Μη εμμένον



Διεργασίες πετρελαιοκηλίδας



Γήρανση

Η γήρανση πετρελαίου οδηγεί σε...

Ιδιότητα	Επίδραση γήρανσης
Πυκνότητα	↑
Ιξώδες	↑
Σημείο ανάφλεξης	↑
Σημείο ροής	↑
Ασφαλτένια	↑
Ποσοστό βρασμού	↑
Διεπιφανειακή τάση	↑

Διεργασίες πετρελαιοκηλίδας

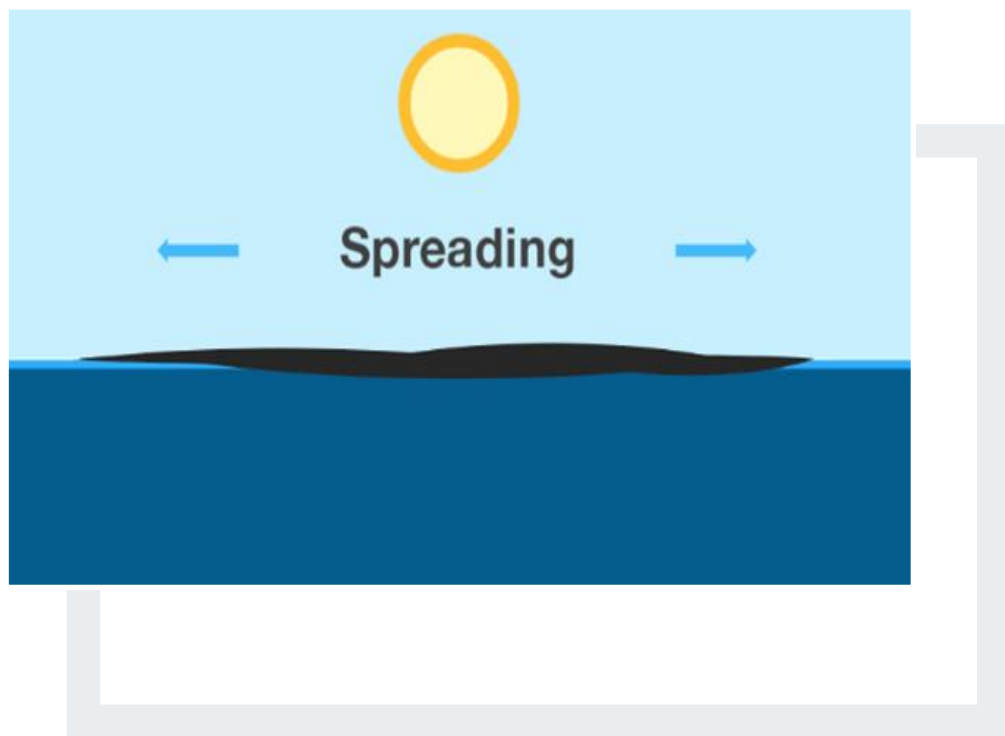
Κύριες

- Εξάπλωση
- Εξάτμιση
- Γαλακτωματοποίηση
- Διασκορπισμός

Δευτερεύουσες

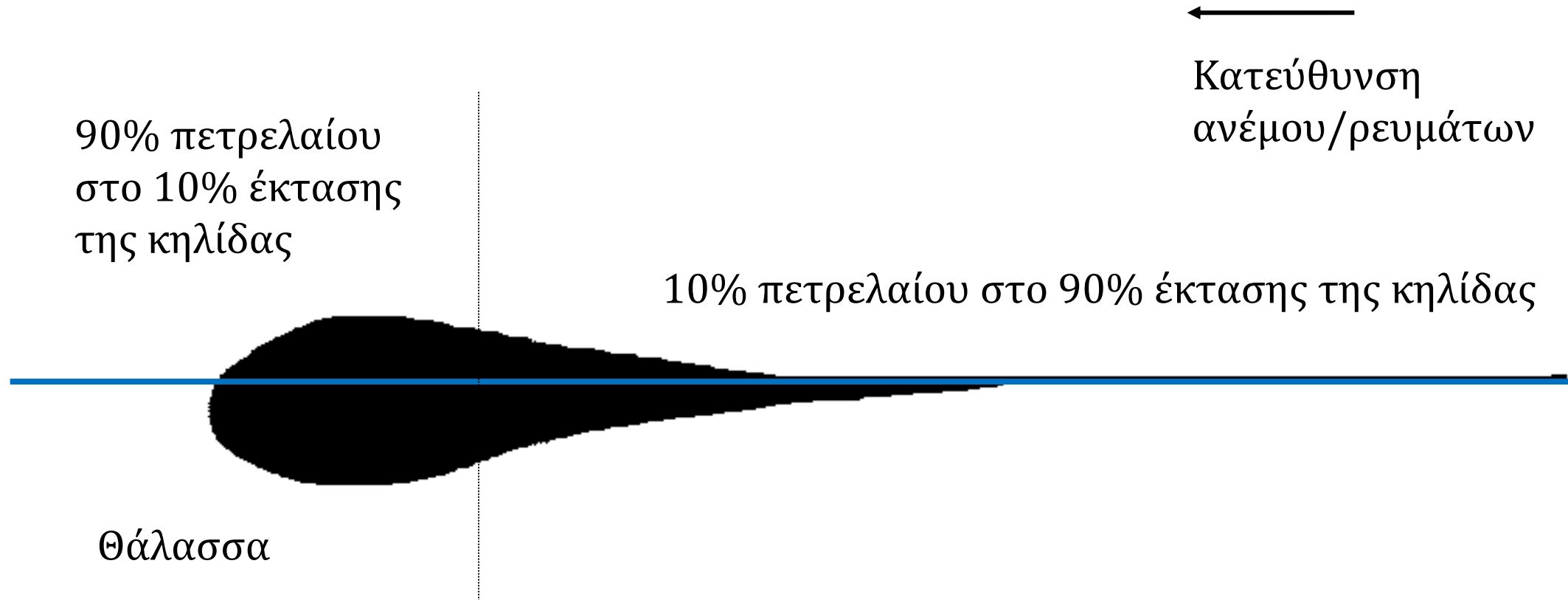
- Διάλυση
- Φωτο-οξείδωση
- Καθίζηση
- Βιοαποικοδόμηση

Εξάπλωση



- Η κηλίδα κινείται στην επιφάνεια της θάλασσας από την επίδραση των ρευμάτων και του ανέμου.
- Εξαπλώνεται γρήγορα κατά τις πρώτες ώρες.
- Όσο εξαπλώνεται:
 - Μειώνεται το πάχος της κηλίδας
 - Αλλάζει χρώμα

Κατανομή πετρελαίου στην κηλίδα



Εξάπλωση



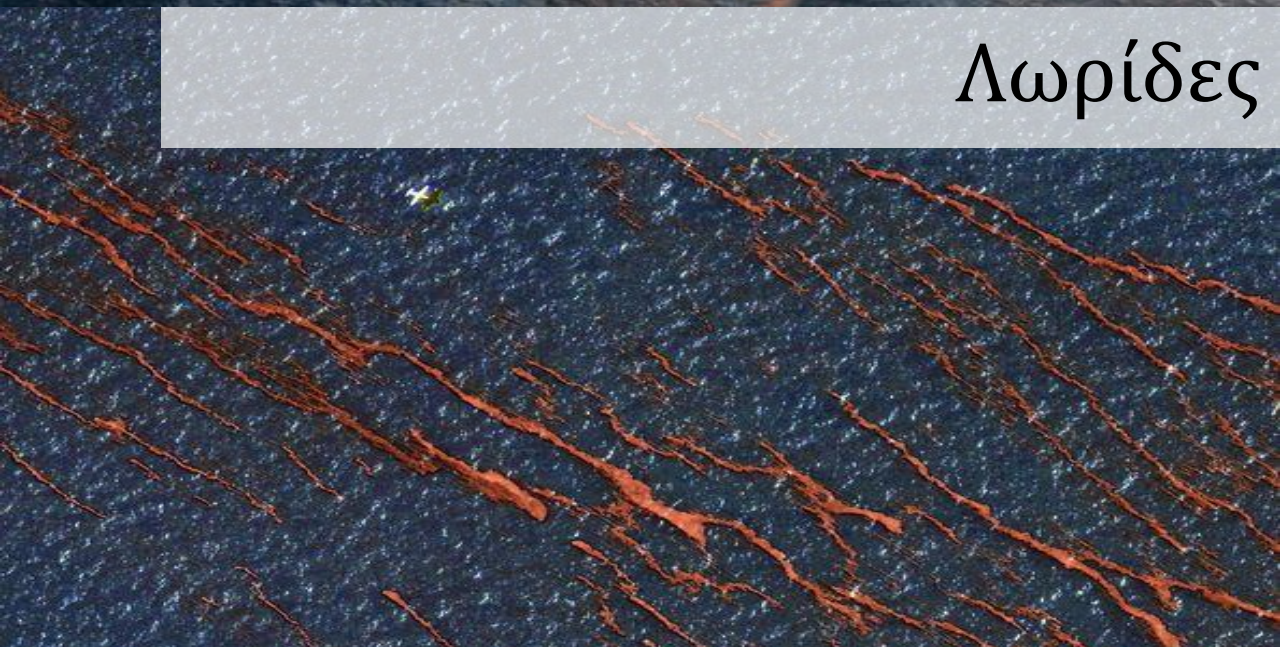
source: United States Navy via Wikimedia Commons, Alabama, 2010

Κατακερματισμός



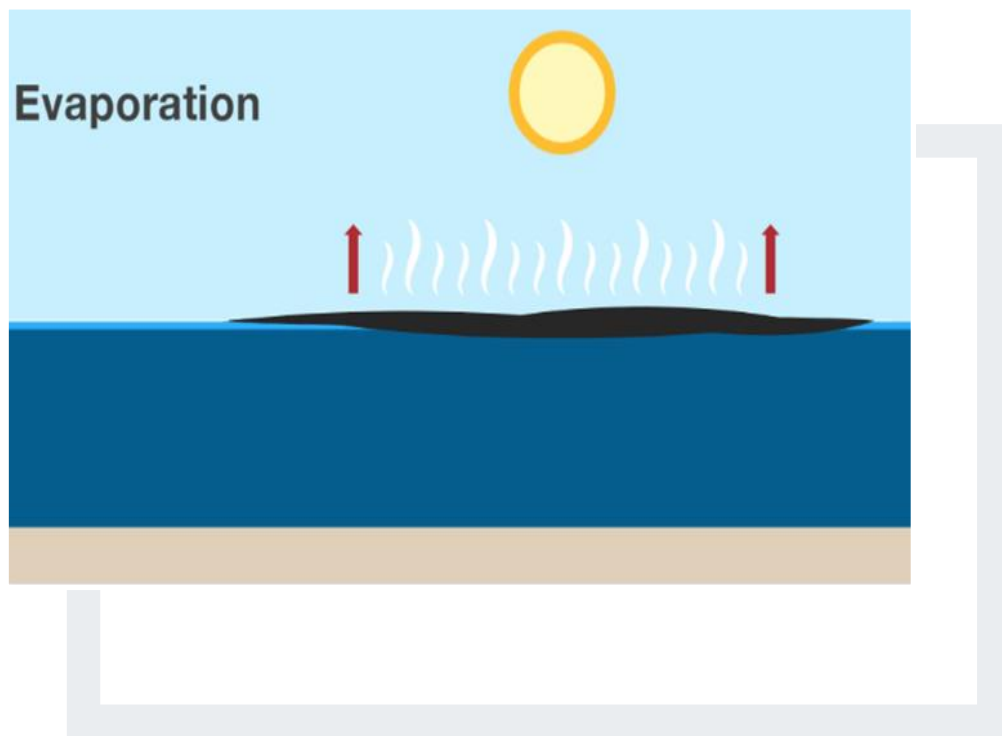
source: Chris Graythen, Gulf of Mexico, 2010

Λωρίδες



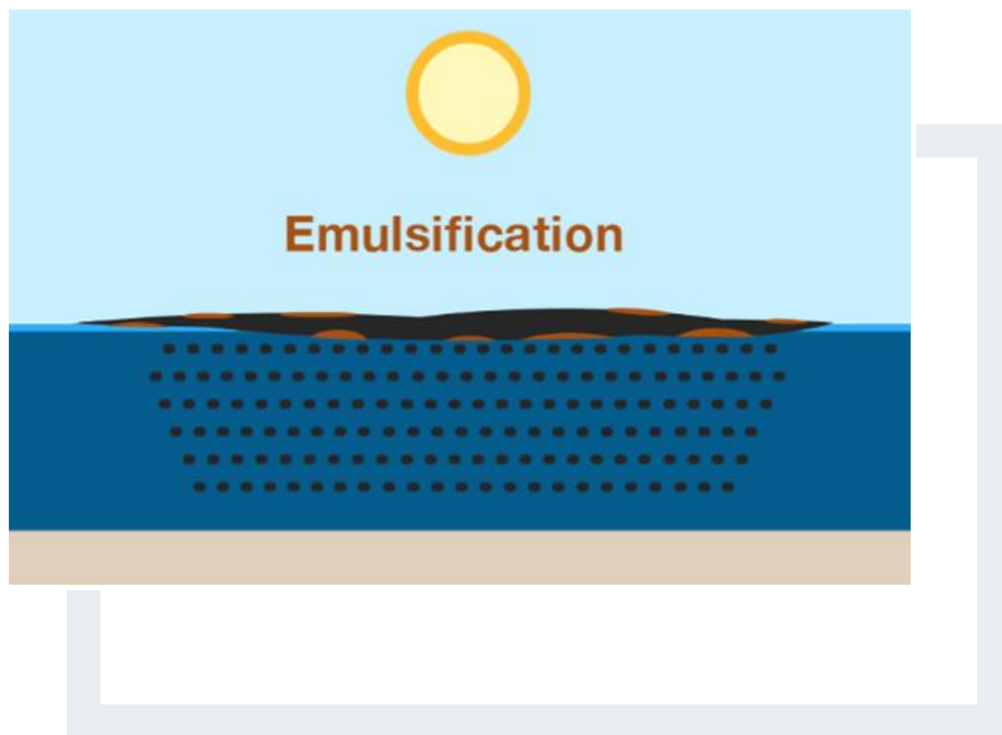
source: Bonn

Εξάτμιση



- Φυσικοχημική διεργασία κατά την οποία οι πτητικοί υδρογονάνθρακες μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα.
- Ο ρυθμός εξαρτάται από τον τύπο πετρελαίου, το πάχος κηλίδας και τη θερμοκρασία.
- Τα υπολείμματα έχουν υψηλή πυκνότητα.

Γαλακτωματοποίηση



- Η ανάμιξη νερού με πετρέλαιο σχηματίζει γαλακτώματα.
- Βανάδιο, νικέλιο και ασφαλτένια ενισχύουν τη δημιουργία γαλακτωμάτων.
- Σταθερά: έως 70-80% νερό, ημιστερεά
- Ασταθή: διαχωρίζονται ξανά σε πετρέλαιο-νερό με το ηλιακό φως
- Αύξηση όγκου κηλίδας έως x 4

Γαλακτωματοποίηση



- Πληροφορίες πίνακα:
- Μετρήσεις στους 15°C
 - Seawater density: 1,03g/cm³

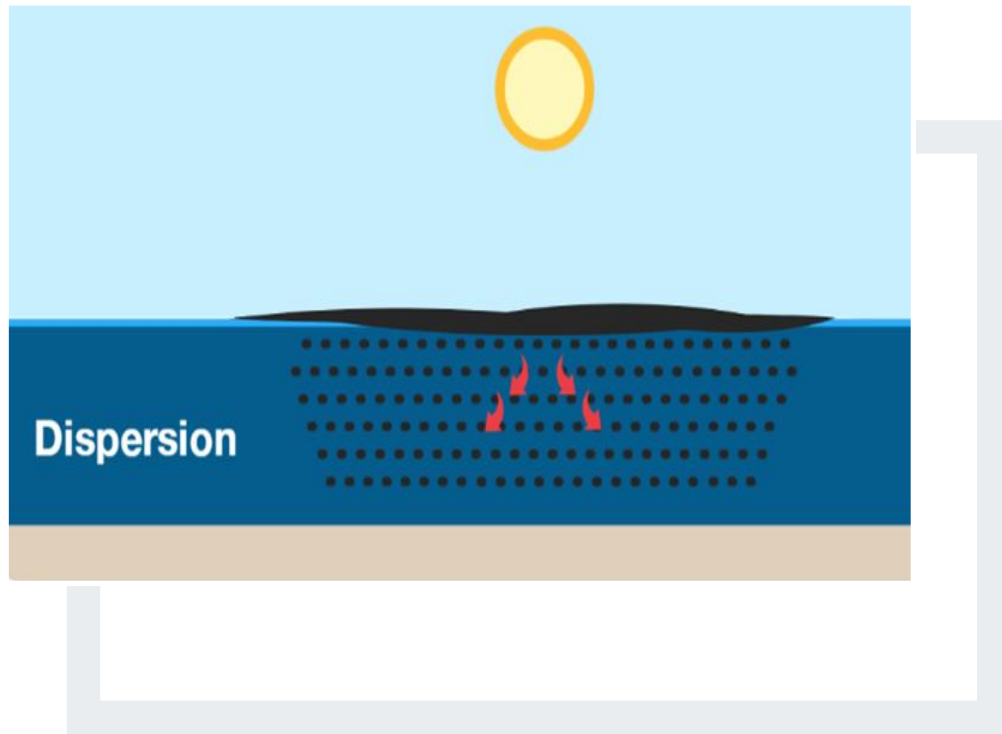
Μεταβολή ιδιοτήτων

Arabian Medium (Saudi Arabia)	Ποσοστό εξάτμισης			
	0	13	21	31
Ασφαλτένια %	6	7	7	7
Ιξώδες cP	29	91	275	2155
Γαλακτώματα*	4	4	4	4
Ιξώδες με γαλακτώματα cP	41000	20000	21000	46000
Ποσοστό νερού %	85	77	73	65

Platform Gail (California)	Ποσοστό εξάτμισης			
	0	7	13	21
Ασφαλτένια %	12	13	15	19
Ιξώδες cP	406	1450	7092	161500
Γαλακτώματα*	4	4	4	5
Ιξώδες με γαλακτώματα cP	35820	69520	112800	398200
Ποσοστό νερού %	76	75	67	44

*Κλίμακα (1: δεν δημιουργούνται, 2:ασταθή, 3:ημισταθερά, 4: σταθερά, 5: πολύ σταθερά)

Φυσικός διασκορπισμός



- Σταγονίδια πετρελαίου μεταφέρονται στην υδάτινη στήλη εξαιτίας της κυματικής ενέργειας.
- Τα μικρά καταβυθίζονται ενώ τα μεγάλα αναδύονται εκ νέου.
- Οι σταγόνες μπορεί να ενωθούν δημιουργώντας στρώματα πετρελαίου σε διάφορα ύψη.
- Ενισχύεται από τις ΧΔΟ.

Αποτελεσματικότητα ΧΔΟ

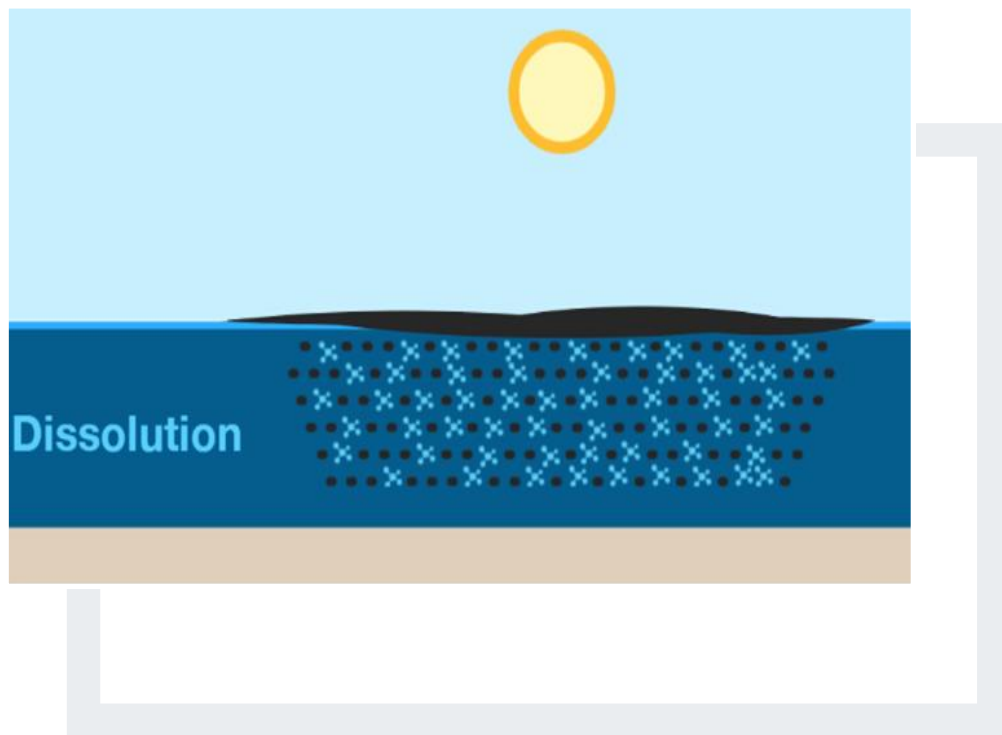
Πληροφορίες πίνακα:

- Μετρήσεις στους 15°C
- Dispersant: Corexit 9500

source: Merv Fingas, Handbook of Oil Spill Science and Technology/Appendix A, Bruce P.Hollebone, 2014

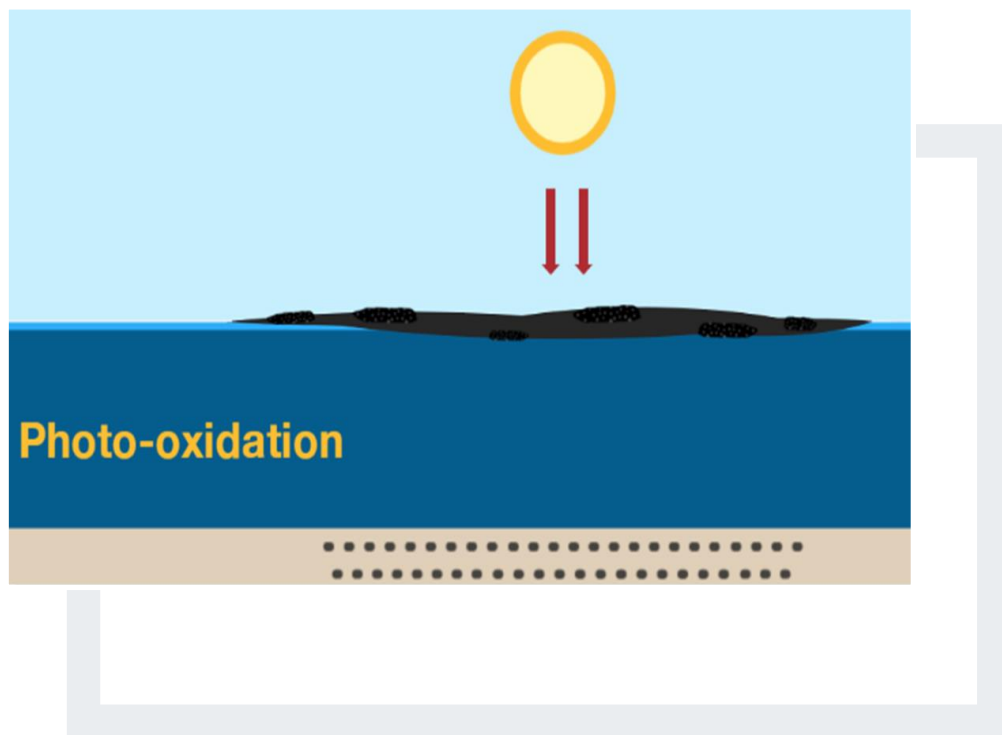
Τύπος	API Gravity	Εξάτμιση %				
Point arguello Comingled (California)	21,4°	0	9	16	22	
		533	4.988	41.860	2.266.000	Ιξώδες cP
		3	0	0	0	Διασκορπισμός %
Mississippi Canyon Block 807-a (Gulf of Mexico)	27,5°	0	9	16	26	
		41	127	491	3.454	Ιξώδες cP
		19	17	0	0	Διασκορπισμός %
Garden Banks Block 387 (Gulf of Mexico)	29,5°	0	7	15	23	
		29	64	181	579	Ιξώδες cP
		27	30	17	0	Διασκορπισμός %
Viosca Knoll Block 990 (Gulf of Mexico)	38,1°	0	12	24	35	
		7	12	31	91	Ιξώδες cP
		41	29	22	14	Διασκορπισμός %

Διάλυση



- Φυσικοχημική διεργασία όπου οι υδρογονάνθρακες διαλύονται στην υδάτινη στήλη.
- Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες έχουν προλάβει να εξατμιστούν άρα η επίδραση είναι πολύ περιορισμένη.
- Αυξάνει τις συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων στη θάλασσα.

Φωτο-οξείδωση



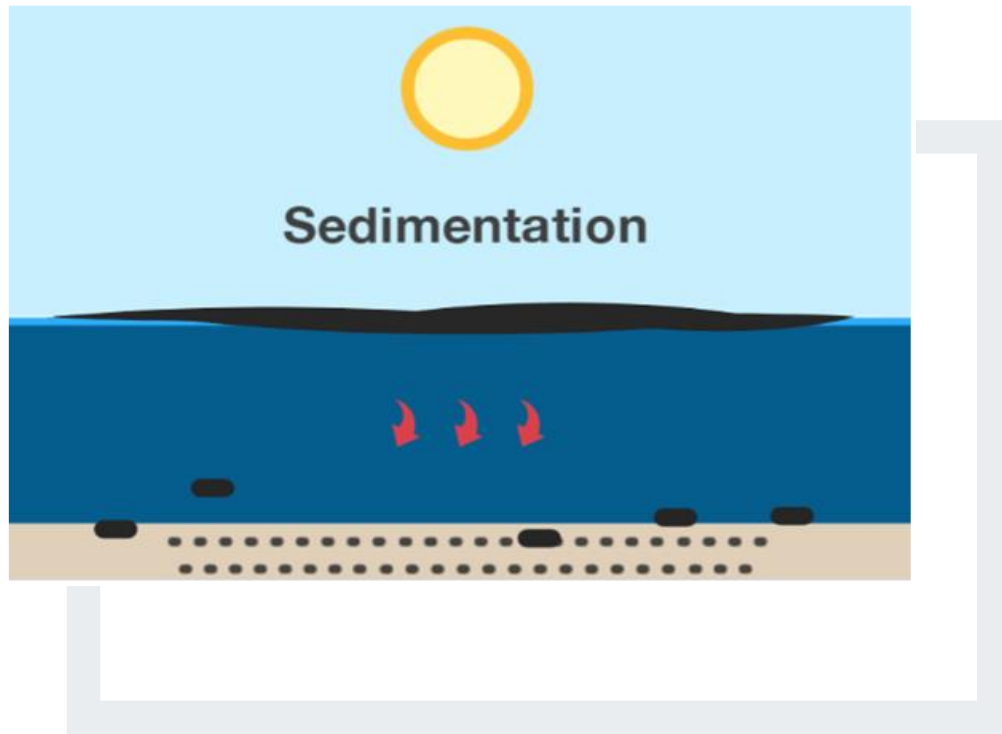
- Αντίδραση με οξυγόνο που οδηγεί στη δημιουργία πισσωδών σφαιριδίων.
- Ενισχύεται από το ηλιακό φως.
- Γίνεται εμφανές όταν φτάνουν τις ακτές.
- Πισσώδη σφαιρίδια: στερεό περίβλημα που περιέχει πετρέλαιο σε (ημι)ρευστή μορφή.

Φωτο-οξείδωση, Tarballs



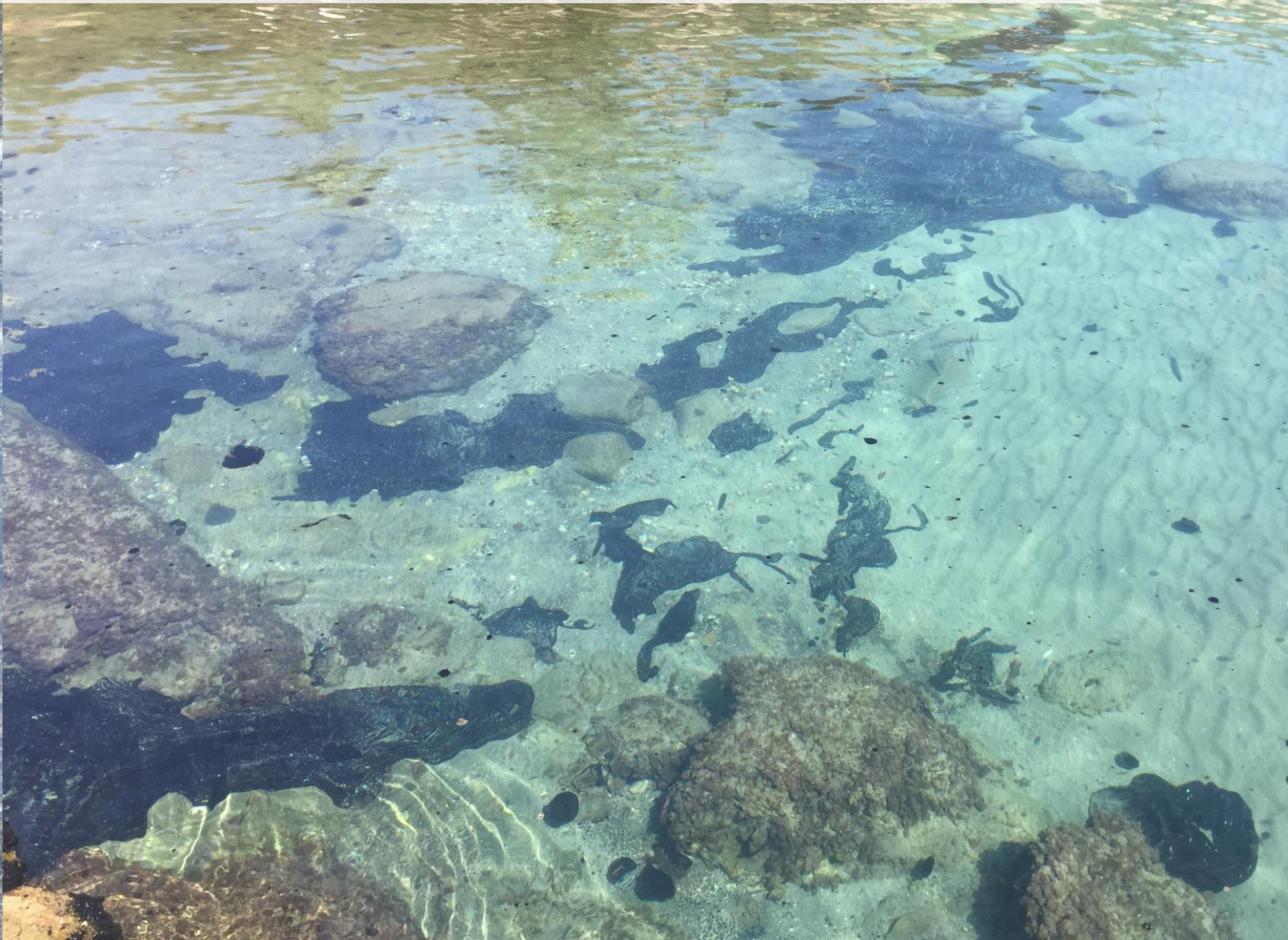
source: Fran Hostettler via WikiCommons.

Καθίζηση



- Αύξηση τμήματος κηλίδας προκαλώντας καταβύθιση.
- Συνήθως κοντά σε ακτές.
- Παρατηρείται με:
 - Σταγόνες που ενσωματώνονται με αιωρούμενα σωματίδια
 - Ανάμειξη με υλικό παραλίας (πισσώδης στρώση)
 - Περιττώματα πλαγκτονικών οργανισμών που κατανάλωσαν πετρέλαιο

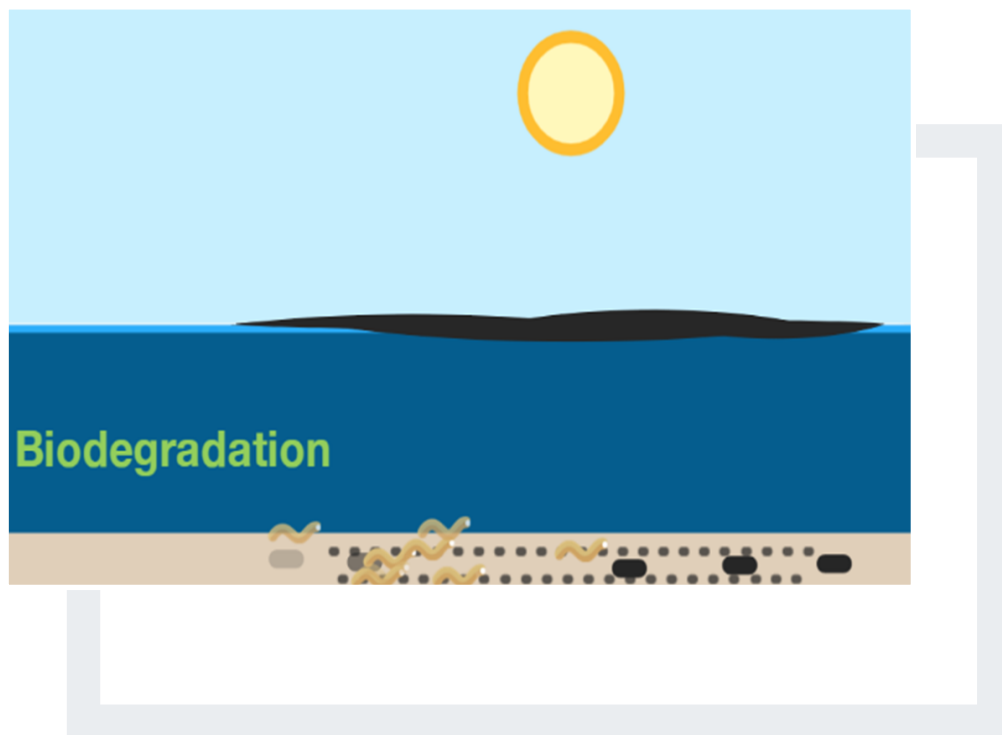
Καθίζηση



Πυκνότητα πετρελαιοειδών

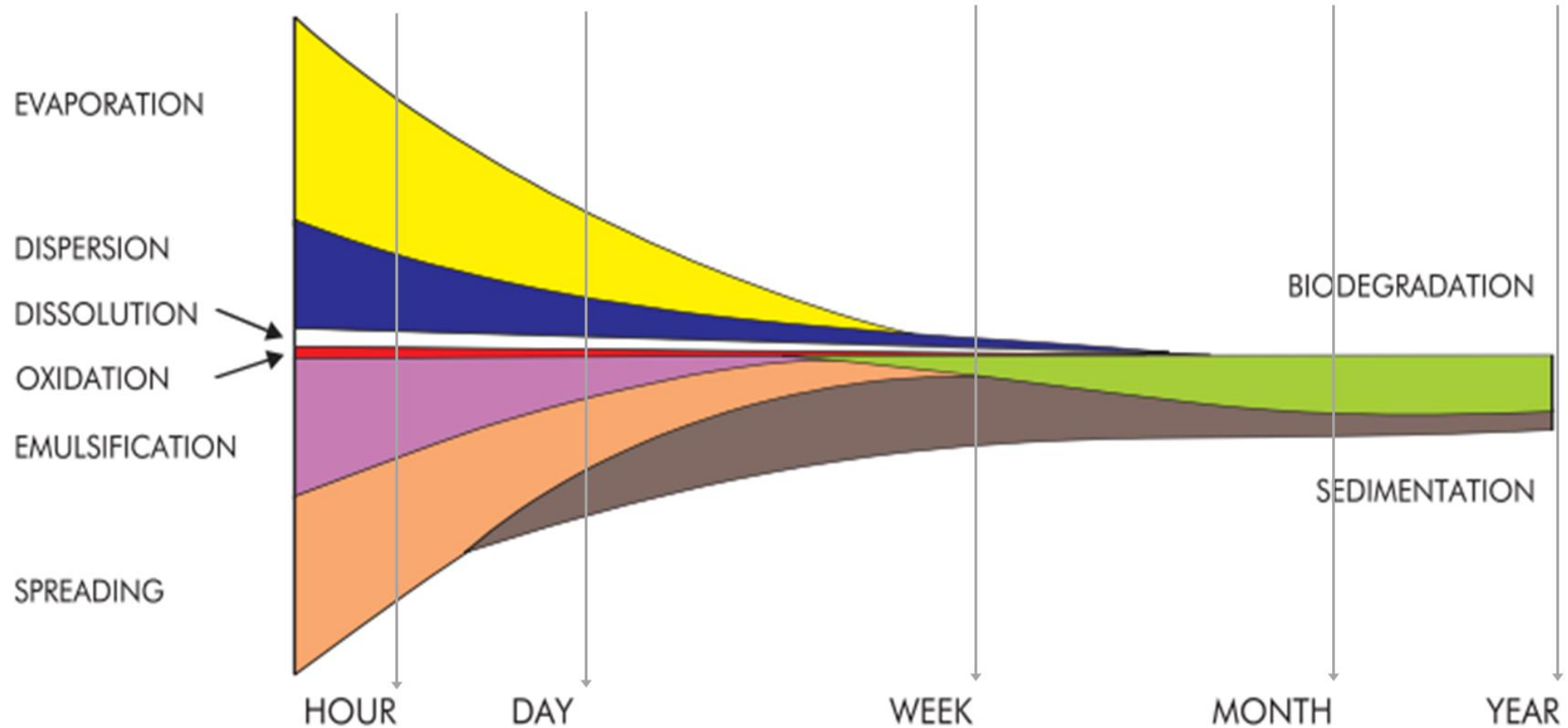
Τύπος	Πυκνότητα g/ml	Εξάτμιση %
Albian Heavy Synthetic (Alberta, Canada)	1,0174	22,6
Bunker C Fuel Oil (Alaska)	1,005	8
Cold Lake Bitumen (Alberta, Canada)	1,0002	0
Fuel Oil No.5 (2000, NJ, USA)	1,0032	7,2
Platform Holly (California)	1,0003	24
Wabasca Heavy (Alberta, Canada)	1,0069	10,7
Θαλασσινό νερό	1,02	

Βιοαποικοδόμηση



- Βιολογική – χημική διεργασία όπου θαλάσσιοι μικροοργανισμοί μεταβολίζουν το πετρέλαιο ως πηγή άνθρακα και ενέργειας.
- Πολλαπλασιάζονται από την ύπαρξη πετρελαίου.
- Κάθε τύπος στοχεύει σε άλλη ομάδα υδρογονανθράκων.
- Επηρεάζεται από θερμοκρασία, τύπο πετρελαίου, διαθεσιμότητα οξυγόνου και θρεπτικών ουσιών.

Χρονική εξέλιξη διεργασιών



Ποιες διεργασίες αναμένετε πιο έντονες στα ελαφριά και ποιες σε βαριά πετρελαιοειδή?



E Εξάπλωση

E Διάλυση

E Εξάτμιση

B Φωτο-οξείδωση

BM Γαλακτωματοποίηση

B Καθίζηση

EM Διασκορπισμός

EB Βιοαποικοδόμηση

Αλληλεπίδραση διεργασιών

Εξάπλωση

- Ενισχύει: εξάτμιση, γαλακτωματοποίηση, διάλυση

Εξάτμιση

- Αποτρέπει: διάλυση

Γαλακτωματοποίηση

- Ενισχύει: καθίζηση
- Αποτρέπει: εξάπλωση, διάλυση, διασκορπισμό και βιοαποικοδόμηση

Διασκορπισμός

- Ενισχύει: βιοαποικοδόμηση, καθίζηση, διάλυση

Συνέπειες διεργασιών στις εργασίες



Ασφάλεια

- Η εξάτμιση δημιουργεί επικίνδυνη ατμόσφαιρα
- Δεν ενδείκνυται τοποθέτηση φράγματος



Εργασίες

- Γαλακτωματοποίηση: Μειώνεται η αποτελεσματικότητα των ΧΔΟ, δύσκολη η ανάκτηση από τους ελαιοσυλλέκτες, αύξηση όγκου, δυσκολία ανάφλεξης στην επιτόπια καύση
- Καθίζηση/Διασκορπισμός: Δύσκολη η εύρεση και περισυλλογή



Επιπτώσεις

- Διασκορπισμός/Διάλυση: Αύξηση συγκεντρώσεων
- Γήρανση: Το πετρέλαιο χάνει την τοξικότητά του

Εκτιμήστε τη συμπεριφορά του πετρελαίου στο παρακάτω περιστατικό.



source: ITOPF, Shetland/Scotland, 1993



Αλληλεπίδραση με ακτογραμμή



Υλικό παραλίας:
Καταβύθιση



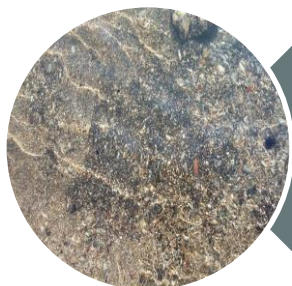
Έλη: Δεν διεισδύει
Μανγκρόβια:
Σημαντική διείσδυση



Εκτεθειμένη με άμμο:
Θαμένο πετρέλαιο



Μη εκτεθειμένη με
βότσαλο: Ασφαλτένια
στρώματα



Παλίρροια:
Θαμένο/βυθισμένο
πετρέλαιο



Εκτεθειμένη
βραχώδης: Φυσικός
διασκορπισμός

Thank you for your time.



<http://www.epe.gr/>

Head office: 24 Dervenakion Str. 185 45, Piraeus, Greece

Factory, Oil & HNS Spill Response Training Center, ECDIS Training Center: Schisto Industrial Park (VIPAS), Block 13, Keratsiniou – Skaramagas Ave, 188 63, Perama, Greece